

# Contents

PREFACE .....	vii
PARTICIPANTS .....	ix
LAUDATIO .....	xi

## COMMUNICATIONS

JULIO ABAD AND JOSÉ G. ESTEVE	
Two spectral parameter transfer matrix and alternating spin systems .....	1
MANUEL ASOREY	
Symplectic Field Dynamics .....	9
JOSÉ A. DE AZCÁRRAGA	
Expansions of algebras and superalgebras and eleven dimensional Cremmer-Julia-Scherk supergravity .....	17
ÁNGEL BALLESTEROS, ALFONSO BLASCO AND ORLANDO RAGNISCO	
Poisson coalgebras, symplectic realizations and integrable systems .....	27
LUIS J. BOYA	
Special Holonomy Manifolds in Physics .....	37
IVÁN CALVO AND FERNANDO FALCETO	
Reduction and projection of Dirac structures .....	49
JAIME R. CAMACARO	
Lie Algebroid exterior algebra in gauge field theories .....	57
JESÚS CLEMENTE-GALLARDO	
On the relation between control systems and Lie systems .....	65
MIKE CRAMPIN AND DAVID J. SAUNDERS	
On the geometry of higher-order ordinary differential equations and the Wuenschmann invariant .....	79
JOSÉ FERNÁNDEZ-NÚÑEZ	
On the concept of force in Lagrangian mechanics .....	93

JANUSZ GRABOWSKI	
Courant-Nijenhuis tensors and generalized geometries .....	101
MIGUEL A. GONZÁLEZ LEÓN, JUAN MATEOS GUILARTE AND MARINA DE LA TORRE MAYADO	
From $\mathcal{N} = 2$ supersymmetric classical to quantum mechanics and back: the SUSY WKB approximation .....	113
JOSÉ M. GRACIA-BONDÍA	
Hidden symmetry and Hopf algebra .....	129
FRANCISCO J. HERRANZ AND ANGEL BALLESTEROS	
The Kepler problem on 3D spaces of variable and constant curvature from quantum algebras .....	141
CARLOS LÓPEZ	
Integrability of Helmholtz conditions .....	151
GIUSEPPE MARMO, ALBERTO SIMONI, FRANCO VENTRIGLIA	
Geometrical Structures emerging from Quantum Mechanics .....	161
JUAN CARLOS MARRERO	
AV-bundles, Lie algebroid theory and the inhomogeneous cosymplectic formulation of the dynamics in jet manifolds .....	173
EDUARDO MARTÍNEZ	
The momentum equation .....	187
MARIANO A. DEL OLMO, ANGEL BALLESTEROS AND ENRICO CELEGHINI	
Cartan $A_n$ series as Drinfeld doubles .....	197
MANUEL F. RAÑADA	
Symmetries, bi-Hamiltonian Structures and Harmonic Oscillators .....	207
NARCISO ROMÁN-ROY	
Some topics concerning the theory of singular dynamical systems .....	215

## Preface

This volume contains the lectures presented at the Workshop entitled “Groups, Geometry and Physics”, which took place in Zaragoza, in December 9-10, 2005. Also a few other contributions, which due to lack of time or impossibility to attend the Workshop could not be presented then, have been included here.

The Workshop was organized as a homage to Professor José F. Cariñena Marzo (Pepín, for his many friends and collaborators) in the occasion of his 60th birthday, by Eduardo Martínez Fernández, Arturo Ramos Gutiérrez and Jesús Clemente Gallardo, three former PhD students of Pepin, who work now at the University of Zaragoza.

Among the many participants, most of his “scientific family”: all his former PhD students (his “scientific sons” as he likes to call us), his PhD supervisor (hence his “scientific father”), some of the PhD students of his “sons” (i.e. his “scientific grand-sons”) and many of his lifelong collaborators (who, in most of the cases, happen to be also his friends).

As editors of this volume, it is our duty and our pleasure, to thank all the participants who made possible a very interesting and fruitful Workshop; and also to those who, unable to attend it for several reasons, asked us to accept a contribution to these Proceedings as a testimony of his admiration and friendship for Pepin.

Finally, thanks are also due to *Vicerrectorado de Investigación* of the University of Zaragoza, to the *Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad* of the Aragon’s regional government, and to *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza* for their financial support.

Zaragoza, October 2006

The Editors



## List of Participants

JOSÉ ADOLFO DE AZCÁRRAGA  
Universidad de Valencia

MANUEL ASOREY  
Universidad de Zaragoza

ÁNGEL BALLESTEROS  
Universidad de Burgos

LUIS JOAQUÍN BOYA  
Universidad de Zaragoza

JAIME CAMACARO  
Universidad Simón Bolívar

JOSÉ F. CARIÑENA MARZO  
Universidad de Zaragoza

JAVIER CASAHORRÁN  
Universidad de Zaragoza

MIKE CRAMPIN  
University of Gent

ANDRÉS CRUZ  
Universidad de Zaragoza

JESUS CLEMENTE GALLARDO  
BIFI, Universidad de Zaragoza

JOSÉ FERNÁNDEZ NÚÑEZ  
Universidad de Oviedo

MANUEL FERNÁNDEZ RAÑADA  
Universidad de Zaragoza

HÉCTOR FIGUEROA  
Universidad de Costa Rica

DAVID GARCÍA ÁLVAREZ  
Universidad de Zaragoza

JOSÉ GRACIA BONDÍA  
Universidad Complutense de Madrid

XAVIER GRÀCIA SABATÉ  
Universidad Politécnica de Cataluña

ALBERTO IBORT LATRE  
Universidad Carlos III

JOAN ANDREU LÁZARO CAMÍ  
Universidad de Zaragoza

MANUEL DE LEÓN  
IMAFF, CSIC

CARLOS LÓPEZ  
Universidad de Alcalá de Henares

COSMO LUPO  
University of Napoli

GIUSEPPE MARMO  
University of Napoli

JUAN CARLOS MARRERO  
Universidad de La Laguna

EDUARDO MARTÍNEZ FERNÁNDEZ  
Universidad de Zaragoza

JUAN MATEOS  
Universidad de Salamanca

GIUSEPPE MORANDI  
University of Bologna

MIGUEL C. MUÑOZ LECANDA  
Universidad Politécnica de Cataluña

JAVIER NASARRE  
Universidad de Zaragoza

MARIANO A. DEL OLMO  
Universidad de Valladolid

EDITH PADRÓN  
Universidad de La Laguna

MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ  
Universidad Complutense de Madrid

NARCISO ROMÁN ROY  
Universidad Politécnica de Cataluña

MARIANO SANTANDER  
Universidad de Valladolid

PATRICIA SANTOS  
Universidad de Coimbra

ANTONIO SEGUÍ  
Universidad de Zaragoza

JAVIER SESMA  
Universidad de Zaragoza

ALBERTO SIMONI  
University of Napoli

GIUSEPPE SCOLARICI  
Universidad de Zaragoza

COSIMO STORNAIOLO  
University of Napoli

FRANCO VENTRIGLIA  
University of Napoli

GAETANO VILASI  
University of Salerno

ALEXANDER VINOGRADOV  
University of Salerno

## LAUDATIO de José Fernando Cariñena

Nos reunimos hoy aquí para acompañar a José Fernando Cariñena, Pepín, apenas atravesado su sesenta cumpleaños, y lo hacemos compartiendo con él un par de días en este ambiente, tan habitual para nosotros, en el que queremos hacerle llegar nuestro aprecio, cariño y gratitud, a la vez que disfrutar de su compañía.

Celebrar este sexagésimo aniversario es una tradicional costumbre en el mundo académico, con una norma no escrita, que la *Laudatio* del homenajeado corra a cargo de su primer discípulo. Me ha correspondido así una tarea que no puede serme más grata, pues Pepín no ha sido sólo un maestro, sino también un buen amigo a lo largo de algo más de treinta años de actividades conjuntas y de contacto científico y personal. Entre otras cosas nos ha unido, creo, una suerte común en nuestra biografía: “*distinguidos por la Fortuna aquellos en quienes coinciden trabajo y pasión*”. Procurando dejar de lado la parcialidad de amigo, he intentado actuar aquí como físico ateniéndome a los hechos; sé que a Pepín no le gustaría de otra manera.

Pepín nace en Zaragoza el 29 de Septiembre de 1945. Estudia en los Jesuitas. Cursa la Licenciatura en Físicas entre 1962 y 1967 e inicia su carrera como ayudante de clases prácticas en Zaragoza los cursos de 1967 a 1969, mientras realiza su segunda licenciatura en Matemáticas (entonces Exactas, que acaba en 1970) y comienza su Tesis Doctoral con Luis Joaquín Boya, a la sazón en Barcelona.

Siguiendo a Luis Joaquín, se traslada a Valladolid en Octubre de 1969, donde defenderá su Tesis sobre *Sistemas Cuánticos Elementales* en 1972. Allí es primero Adjunto y luego Agregado interino. Durante el curso 1975 obtiene por oposición una Adjuntía de la Universidad de Zaragoza, adonde se traslada en las Navidades de 1975, habiendo permanecido en Valladolid dos años más que LuisJo. Desde entonces, primero como Adjunto, posteriormente como Titular y desde 1993 como Catedrático de Física Teórica ha sido un miembro activo del Departamento de FT de esta Universidad, del que fué Director entre 1994 y 1998. Quiere pues el azar, que no sólo podamos hoy celebrar su sexagésimo cumpleaños, sino también el trigésimo aniversario de estancia en “su” ciudad, período éste de treinta años que para tantos efectos humanos resulta una unidad natural, la generación, esto es el tiempo que un recién nacido requiere para desarrollar completamente sus capacidades.

Permitidme que os relate mi primer contacto con Pepín, que ilustra bien un cierto carácter *de familia*. Tras acabar mi licenciatura en Madrid, y buscando un lugar que

conjugara el iniciarme en la investigación con otros intereses ( “*cherchez la femme*”), recalé en Valladolid una mañana de Septiembre de 1973. En aquella época las Becas de formación del Personal Investigador para cada curso académico se pedían ¡entrado Octubre! Fuí a hablar con Boya, a quien conocía sólo de oídas. Me recibió con su abierta cordialidad y apenas yo le hube manifestado mi deseo de trabajar en Física Matemática, ya me estaba haciendo partícipe, más como a un colega que como a un alumno, de un problema que le interesaba en aquel momento (algo sobre la clasificación de los grupos de Lie simples y sus repercusiones en Física). Sólo tras haberme encandilado y una vez hubimos acabado (lo importante es lo primero), Boya me informó de que él se trasladaba a Zaragoza de manera permanente unos días después, “*pero mi estudiante Pepín Cariñena, que ha leído su Tesis en Física Matemática, se va quedar aquí*”, aconsejándome que hablara con él. Así lo hice, y creo que simpatizamos al instante: desde luego Pepín me recibió y acogió con la misma abierta cordialidad. Una semana después yo estaba ya instalado en Valladolid, zambulléndome, en el aspecto científico, en la biblioteca del Departamento, razonablemente bien dotada gracias —después me fuí enterando— al dinero que llegaba del GIFT, y leyendo ávido los trabajos de Wigner, Bargmann y otros sobre los cuales había versado el trabajo de Pepín y habría de hacerlo el mío propio.

Cuando Pepín se marchó a Zaragoza continuamos viéndonos con regularidad y discutiendo con la extensión necesaria. Conservo de aquella época muchos y buenos recuerdos de largas conversaciones que acababan sólo cuando la cuestión quedaba suficientemente clara.

Decía que cierto carácter de familia queda ilustrado en esta historia: ya aquella mañana percibí en aquel grupo un cierto espíritu común, cooperativo, abierto y curioso, que yo deseé mantener, cuya meta era entender los problemas, siguiendo el multicientenario precepto alfonsino: *... ayuntamiento de maestros y discípulos para la transmisión de saberes*. Y es que esta “escuela” —si es que así puede denominarse— parecióme más una Escuela de Cartógrafos que de Conquistadores. Los Cartógrafos desean lograr la comprensión del territorio mediante una representación de sus principales características, comprimida y codificada en un mapa: *Comprensión* versus *Compresión*, la nada casual sinonimia presente en casi todos los lenguajes europeos. Tener dibujado ese mapa, de forma cuanto más detallada y cuidadosa mejor, es la finalidad. Lo que los Conquistadores desean es, por el contrario, plantar la bandera y cercar el territorio, declarándolo como una propiedad y procurando que nadie ajeno atravesase la cerca: el poder, más que la comprensión. Pero no me extendiendo más en esta metáfora de corte tan borgiano como baconiano.

Todos los presentes conocéis a Pepín, algunos bien. Dejadme que aporte unos pocos trazos de la imagen que yo tengo de él. Uno muy destacado es su estabilidad. Nunca le he visto realmente airado. Ni siquiera cuando le robaron toda la documentación en



Londres; eso sí, muy contrariado, pero no más. Y le he visto asumir con parecido espíritu, sin airarse, otras situaciones.

Pepín es muy directo al expresar sus opiniones, lo que hace sin embargo con una completa ausencia de agresividad, de manera educada y con una cierta gracia, que a veces desarma al interlocutor. “¿Sabe lo que me parece? Que son ganicas de incordiar”, le dijo al Director de Departamento en Valladolid ante un insensato baile en la asignación de la docencia, una vez comenzadas las clases.

¿Qué os puedo decir de su despacho? Vosotros, como yo, sabéis que localizará en 30 segundos, entre torres de miles de separatas y apenas sin vacilación, cualquier artículo que haya surgido en una conversación accidental. No exagero. ¿Cómo lo consigue? Lo ignoro. Como también ignoramos el resto de los mortales —aunque podamos, eso sí, saborear sus frutos— el mecanismo de las “*pepinitties*”, esas felices y divertidas joyas lingüísticas que Pepín produce sin aparente esfuerzo y sobre la marcha (e incluso, en inglés), y algunas de las cuales forman ya parte de nuestro imaginario colectivo.

Su capacidad de trabajo impresiona. Y a ello se une un carácter minucioso, capaz de detectar subíndices incorrectos aún en la  $n$ -ésima revisión de un artículo. Me parece Pepín un buen ejemplo del optimismo de la voluntad (frente al pesimismo de la inteligencia al que también parecemos abocados). No cabe duda que esta actitud optimista es mucho más fructífera que su complementaria, la de quedarse en un análisis que puede ser tan preciso intelectualmente como poco efectivo.

Es frecuente dejar a la docencia —una de las funciones fundamentales del universitario— en segundo plano. No en el caso de Pepín. De su interés por las clases dejan constancia varios volúmenes de notas, ahora impecablemente compuestas en T<sub>E</sub>X, que cubren casi todas de las muchas asignaturas que ha dictado e incluyen con frecuencia material que no se encuentra en los textos convencionales. Cuando yo me ocupé de la asignatura *Teoría Cuántica de Campos* al dejar él Valladolid, seguí su programa y sus notas, que incluían, entre otras muchas cosas, una cuidadosa discusión de los dos Teoremas de Noether, con gran énfasis en el segundo. Solo más tarde descubrí que aquella sutileza de insistir en el segundo —que exigíamos a los alumnos— distaba de ser conocimiento común.

No es pues de extrañar que Pepín despierte sentimientos de admiración y simpatía entre colegas, compañeros y estudiantes. A su sólida preparación profesional, a su dedicación a la docencia, se une un carácter fácil, un trato siempre afable e inclinado, real y efectivamente, a ayudar y a colaborar, gran capacidad de trabajo y disposición a compartir sus ideas. Si uno de los sentidos que tradicionalmente han tenido estos actos de celebración es el de servir de vectores en la transmisión de modelos, es reconfortante reconocer en Pepín a un tal modelo.

Debo pasar ya a lo que constituye el aspecto más relevante, el trabajo de investigación

de Pepín, quien lleva años siendo uno de los referentes en el campo de la Física Matemática en España. Y no en vano; aunque no se trata sólo de contar, ciertos datos también hablan de calidad. Su listado de publicaciones totaliza más de ciento setenta artículos, casi todos en revistas con referee y de primera línea, como único autor o bien en colaboraciones variadas que incluyen a más de cincuenta coautores. Y para él colaborar significa aplicarse a fondo en el trabajo. Ha dirigido once Tesis Doctorales, y hay otras dos en curso. Sus “hijos” científicos a su vez le han dado, hasta ahora, más de diez “nietos”. Y en breve alguno de estos nietos le darán “biznietos”. En este aspecto, Pepín ha cumplido con evidente éxito el importante logro de transmitir su influencia, su estilo, su hacer.

Sabiendo cómo Pepín se implica en cada una de sus actividades, no deja de sorprender que haya sido capaz de simultanear tantas tareas (la docencia, su propia investigación, la dirección de trabajos, ...) con la atención a su familia de verdad (también amplia y a la que quiero enviar un cariñoso saludo) y, además mantener vivas aquellas actividades que resultan invisibles, cual compactificadas, a quienes estamos colocados ortogonalmente —por ejemplo, seguir fielmente a “su equipo” de fútbol, cosa ésta siempre arcana para mí—. Los que hemos estado cerca de él durante un tiempo suficiente solamente podemos describir cómo lo ha hecho: como los pianistas, de quienes se diría que apenas mueven las manos. A la vista de los datos que he mencionado, no creo que una actividad como la suya sea frecuente, ni en cantidad ni en calidad.

Además, Pepín ha ejercido casi todas las tareas que se dan por descontadas en un científico maduro, y que no tendría sentido detallar aquí: visitas a diversos centros de investigación, participación en la organización de reuniones y en la edición de sus *Proceedings*, arbitraje por pares, y tampoco ha eludido su parte de carga administrativa y burocrática: participación en Comisiones ... (!). Es *referee* de casi todas las buenas revistas de la especialidad, incluyendo el *Physical Review Letters*, y forma parte de varios *Editorial Committees*. Sí quiero insistir en que su actividad ha seguido una tendencia creciente; lejos de haber derivado a un tan frecuente como característico escepticismo con un leve toque cínico, simpático pero estéril, Pepín continúa más dedicado que nunca, si cabe, a su trabajo.

En cuanto a sus temas, comenzó con problemas ligados a las representaciones de grupos y al Programa de Wigner, campo éste en el que se centraron sus publicaciones iniciales y tanto su propia Tesis como las primeras que Pepín dirigió, a mí y a Mariano del Olmo. Y al margen de esa corriente, destaca su artículo de 1978 *Homotopía y solitones*, con Boya y Juan Mateos, un extenso y completo trabajo que contribuyó a difundir ideas que por entonces aun eran patrimonio de matemáticos y físicos teóricos bastante especializados.

Luego inició sus propias líneas, originales y de su exclusiva responsabilidad, en las que de manera natural en él, siempre ha implicado, estimulándolos a proseguirlas, a sus nuevos

estudiantes. En todas hay un *leitmotiv* común: los aspectos geométricos y el recurso a la teoría de grupos. En los campos científicos en los que Pepín se ha movido tiene un bien ganado prestigio internacional. Una rápida vista, a vuelo de pájaro, de la escuela de Pepín, es bastante reveladora.

El primero de estos campos, que inició con Alberto Ibort, fué un estudio de las Simetrías de ecuaciones diferenciales en Mecánica Teórica, que le condujo a una formulación más geométrica. Con el tiempo esta línea llevó, con Carlos López, a la exploración de los sistemas con ligaduras y con Eduardo Martínez, al estudio de otros aspectos de las simetrías en Mecánica, conduciéndoles finalmente al campo de los algebroides, en el que Pepín y sus discípulos de esa época han sido auténticos pioneros. Continúa la vista con José Fernández Núñez en una extensión de la formalización geométrica de la Mecánica para sistemas dependientes del tiempo, con Héctor Figueroa en la SuperMecánica, con Javier Nasarre y luego con Arturo Ramos sobre sistemas de Lie y sus aplicaciones, y por otro lado, en aspectos de la cuantización y de la cohomología con Jesús Clemente y con Jaime Camacaro. Actualmente el testigo lo tienen Patricia Santos y Andreu Lázaro, con quienes se sobrepasa la primera docena de sus estudiantes.

Al mismo tiempo que Pepín desarrollaba esta dirección, mantenía además una intensa actividad de colaboración con otros investigadores: españoles, de Italia, Bélgica, Inglaterra, Costa Rica, Méjico, Polonia, Canadá, etc. Son tantos —ya lo dije antes, contabilizo un total de más de cincuenta coautores—, que es imposible mencionarlos a todos; algunos, como Mike Crampin, Beppe Marmo, Narciso Román, . . . nos acompañan y hablarán hoy. Los artículos surgidos de estas colaboraciones conservan siempre un personal cuño “MADE IN PEPÍN”: Cuantización a la Moyal, estructuras de Poisson, principios de superposición no lineal y ecuación de Ricatti, integrabilidad, geometría de la Mecánica y teoría del control, aspectos varios de la integrabilidad y superintegrabilidad, aplicaciones de la teoría de grupos en Óptica, son sólo algunos de los grandes temas abordados por él.

No quiero entretenerme más, sino cederte, Pepín, el protagonismo que te es debido en esta reunión—sorpresa de la que, creo, has tenido conocimiento hace bien poco tiempo, aunque como toda reunión que se precie, ésta tenga ya página web. Gloria ha cumplido a la perfección el encargo de tenerte localizado estos días aquí en Zaragoza, aunque tu plan —nos disculparás por estorbarlo— fuera quedarte en San Sebastián este final de semana; muchas gracias, Gloria, por ello y por todo lo demás.

Quiero mencionar a Eduardo Martínez y a Jesús Clemente, que han llevado, con Javier Nasarre y Arturo Ramos la organización de esta *PepínFest* y agradecer a todos los que habéis venido, algunos desde muy lejos, para acompañar a Pepín, recordando también a quienes, por problemas varios no han podido estar aquí, pero que han enviado una felicitación que me piden te transmita.

Todos nos preguntamos, ocasionalmente, por el sentido de lo que hacemos. Recuerdo de la época ya lejana en la que me dirigías la Tesis, una frase en off que cierra una película de Pasolini: *¿por qué crear una obra, si es tan bello soñar con ella?* Tú no has sucumbido al encanto algo melancólico de esta tentación. Ya nos advirtió Einstein cuando aconsejaba a alguien que quería saber en qué consistía la Física: *“no escuches lo que dicen los físicos; mira lo que hacen”*. Y en tu caso es el balance de los hechos el que nos lleva, legítimamente, a felicitarte. Para ello estamos todos aquí estos dos días. Sé que el lunes seguirás trabajando como siempre. Que continúes haciéndolo por largo tiempo.

Muchas gracias.

Zaragoza, 9 de Diciembre de 2005.

Mariano Santander Navarro  
Departamento de Física Teórica  
Universidad de Valladolid

# COMMUNICATIONS

